

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

Estefânia Ferreira Dias

**FARELO DA POLPA DE MACAÚBA (*Acrocomia aculeata*) EM DIETAS PARA
SUÍNOS EM CRESCIMENTO**

Diamantina

2019

Estefânia Ferreira Dias

**FARELO DA POLPA DE MACAÚBA (*Acrocomia aculeata*) EM DIETAS PARA
SUÍNOS EM CRESCIMENTO**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Reis Furtado
Campos

Coorientador: Prof. Dr. Luciano Hauschild

Diamantina

2019

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

D541f

Dias, Estefânia Ferreira

Farelo da polpa de macaúba (*Acrocomia aculeata*) em dietas para suínos em crescimento / Estefânia Ferreira Dias, 2019.

54 p. : il.

Orientador: Paulo Henrique Reis Furtado

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia)
- Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri,
Diamantina, 2019.

1. Alimentação. 2. Fibra. 3. Nutrição. 4. Óleo. 5. Suinocultura. I.
Furtado, Paulo Henrique Reis. II. Título. III. Universidade Federal dos
Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

CDD 636.4

ESTEFÂNIA FERREIRA DIAS

**FARELO DA POLPA DE MACAÚBA (*Acrocomia aculeata*) EM DIETAS
PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO**

Dissertação apresentada ao
MESTRADO EM ZOOTECNIA, nível
de MESTRADO como parte dos
requisitos para obtenção do título de
MESTRA EM ZOOTECNIA

Orientador (a): Prof. Dr. Paulo
Henrique Reis Furtado Campos

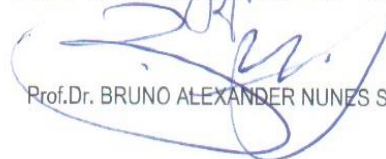
Data da aprovação : 02/05/2019



Prof.Dr. PAULO HENRIQUE REIS FURTADO CAMPOS - UFVJM



Prof.Dr.^a SANDRA REGINA FREITAS PINHEIRO - UFVJM



Prof.Dr. BRUNO ALEXANDER NUNES SILVA - UFMG

À Deus, por nunca me abandonar nessa trajetória de desafios que é a vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Rosilene e Edward, por serem meus exemplos, pelo amor incondicional, por me apoiarem em todas as minhas escolhas e nunca medirem esforços para que eu pudesse seguir meus objetivos.

Aos meus avós Edson e Luzia, que não se encontram mais fisicamente neste mundo, pelo amor e exemplos a mim dedicados em vida, pelos conselhos aos quais trago no peito guardados para a vida, sei que em algum lugar se sentem orgulhosos desta conquista.

Aos meus familiares por compreenderem minha ausência em tantos momentos importantes, aos quais tive que abdicar por vezes, em função de todos os compromissos acadêmicos.

Ao meu namorado Saulo, por entender, apoiar e me acompanhar em todas as escolhas. Por viver comigo cada obstáculo durante esta fase do mestrado, por vezes me ajudar na execução do trabalho em campo, mesmo cansado. Por se deslocar para estar presente, mesmo que em poucos dias durante todos esses meses, em longos quilômetros de estradas para Diamantina ou Jaboticabal, mesmo depois de um longo e exaustivo dia de trabalho, tudo para amenizar a saudade e a dificuldade de não estar juntos, apesar do desejo, na mesma cidade.

Ao meu orientador, professor Dr. Paulo Henrique Reis Furtado Campos, pela confiança, ensinamentos, possibilidades de aprendizados, crescimento profissional e orientação em todos os momentos necessários. Por se disponibilizar a simplesmente me ouvir quando foi preciso, e deixar à mostra o grande ser humano por trás do até então orientador. Não foi uma caminhada fácil a orientação à distância, mas de forma exemplar cumpriu a sua função.

À equipe do Laboratório de Metabolismo e Fisiologia de Suínos (LAMEFIS) os quais me receberam de braços abertos ao chegar na UFVJM. Foi extremamente importante estabelecer laços de amizade em uma cidade desconhecida. Em especial ao Vinícius Moreira que atuou comigo durante toda a execução do projeto Macaúba, sua ajuda foi essencial.

À minha companheira de morada Thaís Pinheiro, costumo dizer que foi a melhor coisa que Diamantina me ofereceu, uma benção divina que surgiu no momento mais oportuno, um verdadeiro encontro de almas, que nunca foi por acaso. Seus ensinamentos foram preciosos para esta jornada e crescimento pessoal, nossos cafês sem açúcar filosóficos ficarão guardados sempre em meu coração.

Às melhores amigas que eu poderia fazer ao me deparar com uma nova mudança, a Casona em Jaboticabal/SP tem um lugar muito especial em minha vida. Maria Fernanda, Fernanda, Júlia e nossa mascote Guria, vocês foram a minha família durante este tempo de experimento, tornaram dias exaustivos, nos melhores possíveis. Partilhamos emoções, desespero, dúvidas, cervejas, corotes, mapas astrais, doces, almoços de domingo, uns quilos a mais e altas risadas. Vocês fazem parte desta conquista.

A toda equipe do Laboratório de Suínos da FCAV/Unesp, em especial ao meu coorientador professor Dr. Luciano Hauschild e sua equipe de pesquisadores, Alini, Raphael, Alicia, Luan e Jacqueline por me receberem e me auxiliarem durante toda a minha estadia em Jaboticabal, mostrando-se dispostos a me ajudar da melhor forma possível na realização do projeto de pesquisa. Não poderia deixar de agradecer a Janine, melhor pessoa e estagiária, com a qual tive maior contato, que viveu comigo os dias de maiores desafios, se mostrando sempre disposta a aprender e ajudar. Sei que ganhei uma amiga a qual levarei para o resto da vida.

Ao senhor José Antônio Segecic, vulgo Zé. Sinceramente eu não tenho palavras para agradecer todo o empenho, dedicação e cuidados direcionados a minha pessoa e a cada um que desenvolve um projeto de pesquisa no Laboratório. Sem o seu auxílio, nada seria possível.

À UFVJM e a todas as pessoas do departamento de Zootecnia as quais convivi durante esses dois anos de atividades, por me acolherem tão bem e por tamanho crescimento profissional e pessoal proporcionado para realização de um sonho.

À Wageningen University & Research pelo financiamento do projeto.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

A todos que de alguma forma colaboraram para esta conquista, meus mais sinceros agradecimentos!

RESUMO

O uso de sub ou coprodutos na alimentação animal contribui para sustentabilidade ambiental e redução dos custos com alimentação. Dentre os subprodutos, a macaúba (*Acrocomia aculeata*), que vem sendo explorada para produção de biodiesel, gera resíduos que, potencialmente, podem ser utilizados na alimentação animal. Neste contexto, o estudo teve por objetivo avaliar níveis de inclusão da polpa de macaúba na dieta de suínos em fase de crescimento. Foram utilizados 64 suínos machos castrados (Topigs-Norsvin) com $30,2 \pm 1,5$ kg de peso vivo. Os animais foram alojados, aos pares, em baias coletivas e a unidade experimental foi representada pela baia. O delineamento experimental para disposição dos tratamentos foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e oito repetições por tratamento. Os tratamentos consistiram em uma dieta controle, sem inclusão de polpa de macaúba, e três dietas experimentais com inclusão de 5%, 10% e 15% de polpa de macaúba. Independentemente dos tratamentos experimentais, as dietas foram formuladas a base de milho e farelo de soja de forma a atender as exigências nutricionais. Os animais foram pesados semanalmente. No início e fim do período experimental, foram realizadas medidas de espessura de toucinho, conteúdo de massa magra e gorda na carcaça. Os animais alimentados com dieta contendo 15% de polpa de macaúba apresentaram menor consumo de ração que os alimentados com dietas contendo 0%, 5% e 10% (1,966 vs. 2,068 g/d; $P < 0,01$). Contudo, a inclusão da polpa de macaúba não afetou o ganho de peso diário e a conversão alimentar. Adicionalmente, suínos alimentados com dietas contendo 15% de polpa de macaúba apresentaram maior espessura de toucinho do que aqueles sem inclusão do subproduto na dieta (14,9 vs. 13,4 mm; $P = 0,04$). Com base nos resultados, conclui-se que a macaúba, quando adicionada em até 15% na dieta, não afeta o desempenho de suínos em crescimento. No entanto, está associado a maior espessura de toucinho.

Palavras chave: Alimentação. Fibra. Nutrição. Óleo. Suinocultura

ABSTRACT

The use of sub or co-products in animal feed contributes to environmental sustainability and reduction with feed costs. Among the sub-products, macauba (*Acrocomia aculeata*), which has been exploited for the production of biodiesel, generates residues what, can potentially be used in animal feed. In this context, the objective of this study was to evaluate the inclusion levels of macauba pulp in the growing pig diet. Sixty-four castrated male pigs (Topigs-Norsvin) with 30.2 ± 1.5 kg live weight were used. The animals were housed in pairs in collective bays and the experimental unit was represented by the bay. The experimental design utilized it was the completely randomized, with four treatments and eight replicates per treatment. The treatments consisted in a control diet, without inclusion of macauba pulp, and three experimental diets with inclusion of 5%, 10% and 15% of macauba pulp. Regardless of the experimental treatments, the diets were formulated the basis of corn and soybean meal in order to meet nutritional requirements. The animals were weighed weekly. At the beginning and at the end of the experimental period, were performed the measures of backfat thickness, lean mass content and fat in the carcass. The animals fed a diet containing 15% macauba pulp showed lower feed intake than those fed diets containing 0%, 5% and 10% (1.966 vs. 2.068 g / d, $P < 0.01$). However, the inclusion of macauba pulp did not affect daily weight gain and feed conversion. In addition, pigs fed diets containing 15% of macauba pulp had a higher fat thickness than those without dietary by-product (14.9 vs. 13.4 mm, $P = 0.04$). Based on the results, it is concluded that macauba, when added up to 15% in the diet, does not affect the performance of growing pigs. However, is associated with a greater thickness of bacon.

Keywords: Feeding. Fiber. Nutrition. Oil. Pig Industry

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa de ocorrência natural da Macaúba	23
Figura 2 – (A) Palmeira <i>Acrocomia aculeada</i> adulta; (B) Frutos; (C) Detalhe do fruto; (D) Inflorescência; (E) Flores femininas localizadas na região da base e flores masculinas na região apical.....	24
Figura 3 – Epicarpo do fruto (A, mesocarpo ou polpa do fruto (B) e, a parte mais interna a amêndoa, seguida do endocarpo (C).....	25
Figura 4 – Características químicas e perfil de utilização de partes do fruto da macaúba representadas em termos de porcentagem	26
Figura 5 – (A) Óleo da amêndoa e (B) óleo da polpa da macaúba.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição centesimal de alguns parâmetros de amostras do farelo da polpa de macaúba em publicações encontradas na literatura	27
Tabela 2 -Perfil de ácidos graxos da polpa de macaúba	29
Tabela 3 – Composição bromatológica da polpa de Macaúba.....	40
Tabela 4 – Composição e valor nutricional das dietas experimentais ¹	41
Tabela 5 - Valor gasto com alimentação por dia	45
Tabela 6 – Efeito dos níveis dietéticos de Macaúba (<i>Acrocomia aculeata</i>) sobre o desempenho de suínos em crescimento ¹	53
Tabela 7 – Efeito dos níveis dietéticos de macaúba (<i>Acrocomia aculeata</i>) sobre a composição corporal de suínos em crescimento ¹	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UFVJM – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Capes – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

UNESP – Universidade Estadual Paulista

FCAV – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias

CEUA – Comissão de Ética no Uso de Animais

PB – Proteína bruta

EB – Energia bruta

FB – Fibra bruta

MS – Matéria seca

MM – Matéria mineral

EE – Extrato etéreo

ENN – Extrativo não nitrogenado

FDN – Fibra em detergente neutro

FDA – Fibra em detergente ácido

MF – Matéria fibrosa

Kg – Quilograma

g/d – Gramas por dia

g/g – Gramas por gramas

mm – Milímetros

g/kg – Grama por quilograma

PNA's – Polissacarídeos não-amídicos

EM – Energia metabolizável

EL – Energia Líquida

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	19
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
	2.1.1 ALIMENTOS ALTERNATIVOS NA ALIMENTAÇÃO DE SUÍNOS	21
	2.1.2 SURGIMENTO E INTERESSE POR SUBPRODUTOS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL	22
	2.1.3 A MACAÚBA	23
	2.1.4 PERFIL NUTRICIONAL	27
	2.1.5 USO DA MACAÚBA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL.....	30
3	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
4	ARTIGO	38
	INTRODUÇÃO.....	38
	MATERIAL E MÉTODOS	39
	RESULTADOS	43
	DISCUSSÃO.....	45
	CONCLUSÃO	50
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

1 INTRODUÇÃO GERAL

A utilização de palmeiras como potencial produto para fabricação de biodiesel, tem despertado interesse econômico por se tratar de matéria prima já existente e pouco explorada. Neste contexto, a macaúba (*Acrocomia aculeata*) se destaca por sua ampla distribuição geográfica, ocorrendo desde o sul do México e Antilhas até o sul do Brasil, (COLOMBO *et al.*, 2014). Esta palmeira, também se destaca pelo alto teor de óleo presente em seu fruto e a possibilidade de produção de diversos resíduos energéticos obtidos durante seu processamento (RUBIO NETO, 2010).

O fruto da macaúba é esférico e altamente aproveitável, constituído por uma casca fibrosa (epicarpo), polpa (mesocarpo), endocarpo e amêndoa oleaginosa (EVARISTO *et al.*, 2016). De acordo com Mota *et al.*, (2011), o óleo extraído do mesocarpo, rico em ácido oleico, pode atingir concentração superior a 70% e, devido sua estabilidade de oxidação, é o mais utilizado para produção do biodiesel. O endosperma apresenta concentração de óleo de, aproximadamente 54%, sendo rico em ácido láurico, matéria prima para fabricação de cosméticos e outros produtos de saponificação. A partir do mesocarpo e do endosperma são produzidas as tortas que, em virtude do alto teor de proteína bruta, 9% e 32% respectivamente, são consideradas excelentes complementos alimentares para humanos e animais.

Para obter o óleo utilizado na produção de biodiesel, as sementes das oleaginosas passam pelo processo de extração. Segundo Amaral (2009), o crescimento do consumo de biodiesel tem sido gradual e deve atingir 3,1 milhões de toneladas em 2020. Atrelado ao crescimento deste mercado, vem a necessidade de indústrias de beneficiamento e destinação dos resíduos sólidos provenientes do processo de produção de óleos vegetais (SCHNEIDER *et al.*, 2006).

A diligência por alimentos alternativos, aliada à redução dos danos ambientais, tem sido de suma importância para pesquisas na área de nutrição animal, proporcionando a interação das atividades agrícolas com a produção animal em diversos aspectos (BARRETO, 2008). Embora o desempenho animal dependa de fatores genéticos e ambientais, a eficiência alimentar também exerce importante fator no desenvolvimento dos mesmos, especialmente quando se considera o uso de rações que possibilitem o máximo desempenho animal (SALMAN *et al.*, 2010).

Visando o aproveitamento do resíduo da extração de óleos da macaúba, especificamente a polpa, na nutrição animal, e considerando o escasso número de pesquisas frente ao desempenho de suínos alimentados com inclusão da polpa de macaúba em suas dietas, o presente estudo teve como objetivo avaliar a inclusão de níveis do subproduto em dietas para suínos em fase de crescimento.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.1 Alimentos alternativos na alimentação de suínos

Entre os gastos com a atividade suinícola, o custo da ração representa, aproximadamente, 76% do custo de produção (ICPSuíno/EMBRAPA, 2019). O milho e o farelo de soja são os principais ingredientes. Estes, são considerados a base da alimentação animal além de serem utilizados para a produção de biocombustíveis. Contudo, devido ao aumento da demanda destes ingredientes em outros setores, faz com que seja constante a variação no preço de mercado, incidindo diretamente na margem de lucro do suinocultor (FIALHO *et al.*, 2009).

Os alimentos alternativos utilizados como ingredientes para suínos são, em sua maioria, resíduos da produção de biodiesel, subprodutos das agroindústrias, bem como os alimentos ricos em fibra dietética, como cereais e sementes integrais (GERON *et al.*, 2007). A utilização de subprodutos e resíduos agroindustriais na alimentação animal pode permitir a redução de custo na produção como também minimizar o impacto ambiental desses subprodutos. Contudo, deve-se preocupar com as características nutricionais do alimento, de modo que atenda às exigências nutricionais dos animais (MENEZES de SA, 2011; GOES *et al.*, 2008).

Os alimentos utilizados na nutrição animal, com potenciais de uso ainda desconhecidos, despertam preocupação quanto a possíveis fatores tóxicos presentes em sua composição (BARRETO, 2008). Logo, torna-se essencial a avaliação quanto a presença destes fatores em alimentos alternativos destinados a suínos, pois podem ocasionar a diminuição da digestibilidade dos nutrientes afetando negativamente o consumo e desempenho dos animais. Esta é a maior limitação, quando se fala da utilização de subprodutos na alimentação animal. Contudo, no caso da macaúba, as tortas obtidas pelo processo de extração do óleo, tanto da polpa quanto da amêndoa, não apresentam substâncias tóxicas e ainda contribuem com um elevado valor energético (RAMOS, 2010).

2.1.2 Surgimento e interesse por subprodutos na alimentação animal

Os subprodutos, como o nome faz referência, remete a algo que foi obtido durante a fabricação de outro produto, ou como resíduo de uma extração. Logo, o interesse de aproveitamento dos resíduos gerados pelas indústrias, surgiu como alternativa de minimizar os impactos gerados ao meio ambiente. Além disso, o aproveitamento de subprodutos tem significativo valor econômico, frente ao volume de resíduos gerados, sua disponibilidade, bem como a flexibilidade de utilização na forma de insumos (VILELA, 1994).

As pesquisas envolvendo subprodutos na nutrição animal surgiram pelo interesse em substituir o milho e o farelo de soja das rações, sem afetar o desempenho animal, de forma que contribuísse com a redução do custo de produção. Nesse sentido, a avaliação de alimentos alternativos voltados à atividade suinícola tem sido difundida por todo país (LIMA *et al.*, 2011). Para conhecer um alimento com finalidades nutricionais, deve-se inicialmente realizar análises bromatológicas para conhecimento do potencial valor nutricional e nível de inclusão nas dietas (GOMES *et al.*, 1992). O Brasil é um país rico em produtos e subprodutos que tem potencial para serem utilizados na alimentação animal. No entanto, uma das maiores dificuldades para o uso destes é a falta de informação quanto a composição nutricional e valores de digestibilidade (COSTA JÚNIOR *et al.*, 2015).

A inclusão de alimentos alternativos mostra-se como uma opção para redução dos custos de produção, principalmente em regiões onde a disponibilidade destes alimentos é alta e o custo reduzido (DUTRA JUNIOR *et al.*, 2009).

2.1.3 A Macaúba

A macaúba (*Acrocomia aculeata*), também conhecida como palmeira de macaúba, é nativa da região tropical e ocorre em todo o Trópico Americano (CICONINI, 2012). Considerada como a palmeira de maior dispersão no Brasil, sua área de extensão compreende os estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Centro-Oeste, Norte e Nordeste (Figura 1). Pode também ser encontrada no estado do Paraná, no entanto, em menor proporção (ARISTONE e LEME, 2006). Considerada uma espécie pioneira, comum em áreas que sofreram intervenção antrópica recente, principalmente pastagens, sendo menos comum em matas nativas fechadas (MOTTA *et al.*, 2002).

Figura 1 – Mapa de ocorrência natural da Macaúba



A palmeira da macaúba chega a alcançar 25 metros de altura, possuindo espinhos longos e pontiagudos. Suas folhas podem medir cinco metros de comprimento, apresenta flores e frutos que se formam em cachos, chegando a pesar 60 quilos. Sua produção de frutos começa em torno dos 3-5 anos de idade (ANDRADE *et al.*, 2004). De acordo com Montoya (2013) e Ramos *et al.* (2008), a produção anual de uma macaúba é de 3 a 6 cachos por ano com média de 800 frutos por cacho, o que assegura a dispersão da planta. Todas essas características podem ser observadas na Figura 2.

Figura 2 – (A) Palmeira *Acrocomia aculeada* adulta; (B) Frutos; (C) Detalhe do fruto; (D) Inflorescência; (E) Flores femininas localizadas na região da base e flores masculinas na região apical



Fonte: Colombo *et al.*, (2018).

A madeira proveniente da planta é empregada na produção de mourões e estacas. O estipe é utilizado na cobertura de casas, na extração de fibras para fabricação de linhas de pesca e redes, na extração do mel com propriedades medicinais, além de possuir o palmito. Seu fruto é considerado a parte mais importante da planta, cuja polpa é consumida *in natura* ou usada para extração de gordura comestível. A amêndoa contém óleo claro com propriedades semelhantes ao da azeitona. Todas as partes da macaúba podem ser aproveitadas, apresentando assim elevado potencial de utilização para diferentes finalidades

Seu potencial de produção é associado, principalmente, ao seu elevado teor de óleo e capacidade de se adaptar a densas populações. Desta forma, a macaúba é considerada uma das espécies alternativas prioritárias para a produção de biodiesel, pois sua produtividade alcança 4000 litros por hectare/ano (MENDES FILHO *et al.*, 2011). Portanto, a macaúba ocupa o posto de segunda oleaginosa mais produtiva, alcançando rendimento em torno de 20% de óleo no fruto fresco, perdendo apenas para a palmeira *Elaeis guinnensis*, o dendê (BARRETO, 2008).

O fruto da macaúba tem formato esférico, ligeiramente achatado, apresentando de 3,0 a 6,0 cm de diâmetro. É composto por 20% de casca externa (epicarpo), 42% de polpa (mesocarpo), 31% de casca interna (endocarpo) e 7% de amêndoa (albúmen) (ANDRADE *et al.*, 2004). O epicarpo, apresenta cor marrom claro, com tendência à cor amarela. O

mesocarpo varia da cor amarelo-esverdeada ao amarelo-alaranjado, é comestível, fibroso e viscoso, possui sabor adocicado e rico em lipídeos e glicerídeos. O endocarpo fica bem aderido à polpa, de coloração marrom, é duro e sua composição principal é de lignina, celulose e hemicelulose, este por sua vez envolve o albúmen (amêndoa), comestível com elevado teor de óleo que varia de 20 a 30% e proteína (LORENZI & NEGRELLE, 2006). Na Figura 3, podemos observar as divisões do fruto da macaúba.

Figura 3 – Epicarpo do fruto (A), mesocarpo ou polpa do fruto (B) e, a parte mais interna a amêndoa, seguida do endocarpo (C).



Foto: Paulo Hilst

A amêndoa do fruto tem despertado grande interesse socioeconômico e é referenciada como fonte de ácidos graxos, tais como o oleico, láurico e palmítico. Além de lipídios, há presença de outros nutrientes de destaque na composição química da amêndoa de macaúba como: proteínas, fibras e minerais, por exemplo o cálcio, fósforo e manganês (DESSIMONI PINTO *et al.*, 2010). Na Figura 4, observa-se as características químicas do fruto da macaúba e seu perfil de utilização.

Figura 4 – Características químicas e perfil de utilização de partes do fruto da macaúba representadas em termos de porcentagem

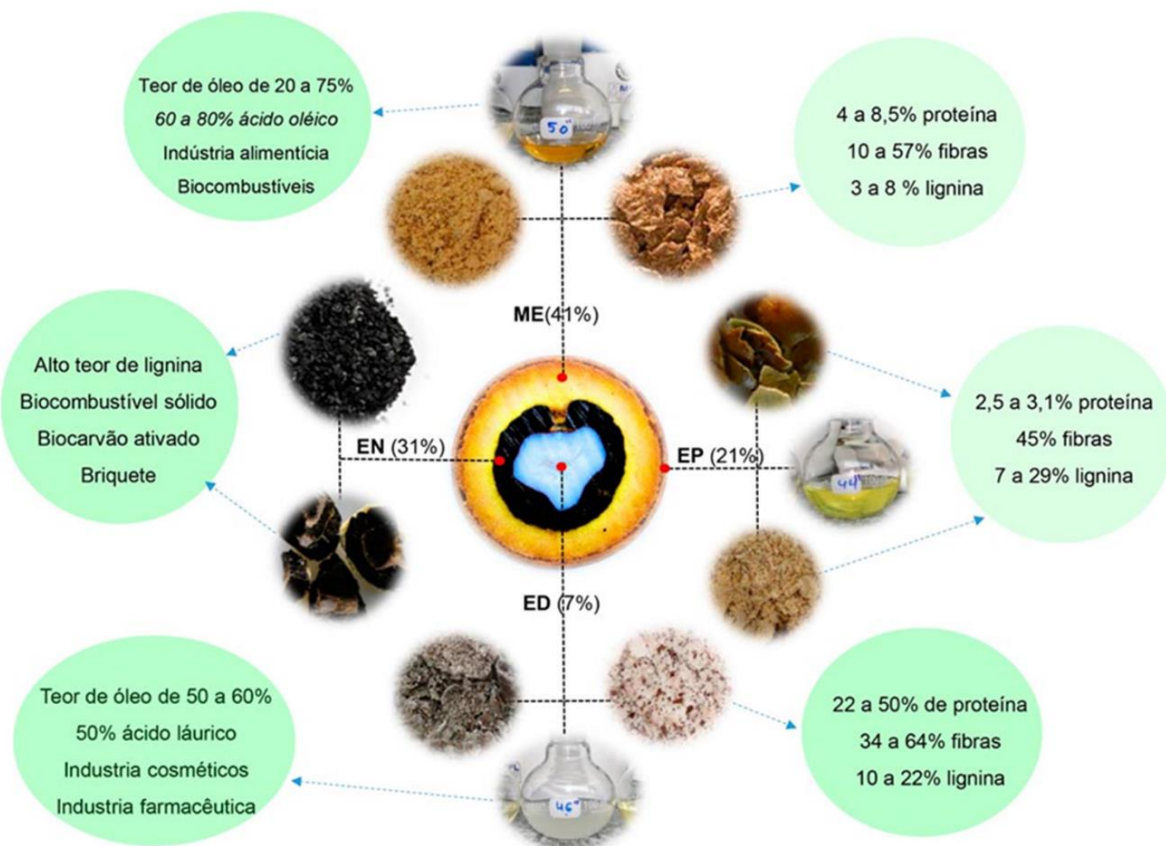


Ilustração de Berton, L.H.C (2016)

A macaúba é geralmente obtida por meio do extrativismo. Contudo, trabalhos desenvolvidos pelo Centro de Pesquisas Agropecuárias do Cerrado têm demonstrado a importância do seu cultivo visando a produção comercial destinada a biocombustíveis. Em Lima Duarte, Zona da Mata do estado de Minas Gerais, encontra-se um dos plantios comerciais consolidados da macaúba (MOREIRA & SOUSA, 2010). Como benefícios do plantio comercial, temos: melhor aproveitamento da área com maior número de plantas/hectare, padronização das linhas de cultivo, maior rendimento das atividades silviculturais e a colheita dos cocos, seleção de material genético para a formação de novas mudas, menor variabilidade na qualidade dos frutos (MIRANDA *et al.*, 2001).

Sabe-se que o primeiro plantio em escala comercial de macaúba deu-se em 2010-2011 em Minas Gerais, e foi realizado a partir de mudas de sementes das plantas nativas do estado (COLOMBO *et al.*, 2014). Como outras oleaginosas existentes, o processamento da macaúba compreende diversas fases desde a produção e colheita do fruto até o beneficiamento final dos produtos derivados, sejam estes ligados a estética, alimentação de humanos e até mesmo

animais. No entanto, o pós-colheita da macaúba tem sido pouco estudado (Silva, 2009), e o processamento do fruto é feito por meio de adaptações provindos do processamento de outras oleaginosas. Este procedimento contribui para a baixa qualidade do óleo comercializado, o que requer que sejam desenvolvidas e implementadas novas estratégias de processamento do fruto da macaúba.

2.1.4 Perfil nutricional

Como mencionado anteriormente, a macaúba é composta de quatro partes distintas, onde todas podem ser aproveitadas. O fruto apresenta comprovado valor agregado, seja no valor nutricional do fruto *in natura* ou na qualidade de seus produtos que podem ser fabricados através do processamento do resíduo de seus frutos (ARISTONE e LEME, 2006). A polpa de macaúba, quando em base seca, representa entre 34% a 48% do fruto (Cetec, 1983), sendo rica em carboidratos e fibras, além de possuir grande potencial energético. A Tabela 1 descreve dados comparativos dos componentes do farelo da polpa do fruto, em diferentes trabalhos. Sendo este o subproduto utilizado no estudo.

Tabela 1 - Composição centesimal de alguns parâmetros de amostras do farelo da polpa de macaúba em publicações encontradas na literatura

Autores	SOBREIRA 2011²	REVELLO 2014³	PEREIRA 2013⁴
Análises realizadas (%)			
Matéria seca	92,1	85,4	95,9
Cinzas	4,3	6,6	3,5
Proteína bruta	7,8	4,8	5,6
FDN	46,6	60,5	63,2
FDA	30,2	14,9	51,3
Lignina	-	3,2	-
Fibra bruta	-	10,8	-
Extrato etéreo	10,5	4,6	6,6

Destaca-se os valores de proteína e a expressiva quantidade de fibra relatada nos diferentes trabalhos. A fibra na nutrição animal é definida como toda fração do alimento não digerida por enzimas secretadas pelo trato digestório de animais monogástricos, sendo quimicamente denominada de polissacarídeos não amiláceos (PNA's) e lignina. Na nutrição

de suínos, a fibra tem sido vista não mais como um fator antinutricional ou limitante de inclusão de ingredientes (PASCOAL & WATANABE, 2014).

A variabilidade da composição dos nutrientes se deve, principalmente, à origem do fruto em distintas regiões, podendo haver variedades de espécie, de solo, adubação, clima e diferentes graus de maturidade dos frutos submetidos à análise. Enfim, diversos fatores podem influenciar nos resultados ocasionando divergências, o tipo de processamento realizados com os frutos também pode ser levado em consideração, bem como o armazenamento e conservação dos mesmos.

De acordo com Motta et al. (2002), a palmeira de macaúba apresenta elevado potencial para produção de óleo com diversas aplicações nos setores industriais e energéticos. Ao serem extraídos do fruto, os óleos podem ser chamados de óleo fino, fazendo referência quando provindo da amêndoa, e convencional, quando extraído da polpa, existindo diferenças quanto a composição e utilidades dos dois produtos (MOURA, 2007). Segundo Hiane *et al.* (2005), a polpa gera 16,5% de óleo, e a amêndoa 52,9%. Os ácidos graxos saturados presentes no óleo da polpa apresentam-se em menor quantidade (25,5%) do que no óleo da amêndoa (46,7%). A Tabela 2 faz referência ao perfil de ácidos graxos encontrados na polpa de macaúba.

Tabela 2 -Perfil de ácidos graxos da polpa de macaúba

ÁCIDOS GRAXOS	(%) na polpa
Ácido Caprílico	0,45
Ácido Cáprico	0,27
Ácido Láurico	1,97
Ácido Mirístico	0,45
Ácido Palmítico	15,96
Ácido Palmitoléico	1,01
Ácido Estearico	5,92
Ácido Oleico	65,87
Ácido Linoleico	5,1
Ácido Linolênico	2,52
Ácido Araquídico	0,5
% de ácidos graxos saturados	25,52
% de ácidos graxos insaturados	74,5
% de ácidos graxos monoinsaturados	66,88
% de ácidos graxos poliinsaturados	7,62
Monoinsaturados/Saturados	2,62

Fonte: Adaptado de de Hiane et al., (2005)

O óleo fino, rico em ácido láurico, possui alto potencial na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética por ser mais nobre e possuir coloração clara. O óleo da polpa pode conter até 80% de ácido oleico sendo, portanto, destinado a produção de biodiesel. O óleo da polpa da macaúba é amarelo-alaranjado, devido à presença de carotenoides, principalmente β -caroteno, que correspondem a cerca de 80% dos carotenoides totais (RAMOS *et al.*, 2008). Os óleos extraídos da polpa dos frutos da macaúba geralmente são beneficiados por saboarias devido à acidez, alto teor de água, e expressiva ação de microrganismos lipolíticos (BRASIL, 2005). Na Figura 5, podemos notar a diferença de coloração dos óleos extraídos do fruto.

Figura 5 – (A) Óleo da amêndoa e (B) óleo da polpa da macaúba



Fonte: Amaral (2011).

Se tratando de rendimento do óleo de macaúba, estima-se que fique entre 500 a 5000 kg por hectare. Essa variabilidade de rendimento associada à quantidade de plantas/hectare (MOTTA *et al.*, 2002), quando comparada à produtividade de óleo para cultivos comerciais de macaúba, supera a da soja que, atualmente, é a principal matéria-prima na produção de biodiesel (FAVARO & MIRANDA, 2013).

O óleo da macaúba como fonte produtora de biodiesel, é dependente da domesticação da espécie, com o propósito de se obter uma maior produção e homogeneidade do produto, pois sua exploração é feita apenas de forma extrativista (MOURA, 2007). No ano de 2007, pesquisadores da Universidade Federal de Viçosa iniciaram estudos com o objetivo de desenvolver um protocolo para a quebra da dormência das sementes. Esse foi o primeiro passo para viabilizar a produção das mudas da palmeira, dando início aos primeiros cultivos racionais da espécie, alcançando uma taxa de germinação de 90%.

2.1.5 Uso da macaúba na alimentação animal

Existe uma grande variedade de alimentos alternativos que demandam avaliação para serem utilizados na alimentação animal (ROHLOFF, 2015). Com relação à macaúba, esta pode ser fornecida diretamente ou utilizada de maneira integrada em sistemas agrossilvopastoris. Também, é possível a produção de ração animal do farelo e tortas, matérias-primas resultantes da extração dos óleos. Estes últimos sendo os coprodutos mais utilizados na alimentação animal devido ao teor de fibra e proteína (LORENZI, 2006).

É necessário determinar a qualidade e o valor nutritivo destes alimentos, e assim verificar se são capazes de substituir adequadamente e economicamente os alimentos convencionais nas dietas dos animais (SCAPINELLO *et al.*, 1999). Abdalla *et al.* (2008), salientam que a maior parte das tortas ou farelos originários de oleaginosas utilizadas na produção de biodiesel tem potencial de utilização na alimentação animal, desde que sejam observados potenciais fatores tóxicos e/ou antinutricionais, quantidade de incorporação e especificidade de armazenamento.

Na alimentação de suínos, Pereira (2013), em estudo com leitões em fase de crescimento fornecendo inclusões de 10 e 20% da polpa de macaúba em ensaio de digestibilidade, concluiu ser viável a inclusão de até 10% do ingrediente, sem que fosse alterado a digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro. Costa Júnior *et al.* (2015), avaliando o efeito da inclusão de quatro níveis (5, 10, 15 e 20%) da polpa de macaúba na dieta de suínos em terminação, concluiu que até o nível de 10,3% a polpa pode ser fornecida aos animais, sem que o desempenho fosse alterado. Conforme Silva *et al.* (2008), a torta da amêndoa, abundante em proteína, possui maior valorização como componente para ração animal. É um concentrado rico em ômega 3 e ômega 6, indicado para alimentação de aves, destacando-se por aumentar a produção e tamanho dos ovos.

Tortas residuais do coco da macaúba podem ser aproveitadas na alimentação de ruminantes e apresentam maior teor de lipídeos em comparação ao milho (BARRETO, 2008). Sobreira (2011), trabalhando com porcentagens de inclusão de casca e coco (sem utilizar a polpa) de macaúba, adicionados ao concentrado, fornecido a vacas em lactação, concluiu que tanto a casca, quanto o coco do fruto quando triturados e adicionados ao concentrado, podem substituir em até 40% o concentrado contendo milho e farelo de soja, sem que o desempenho dos animais seja afetado.

Em estudo realizado por Rufino *et al.*, (2011), foram avaliados os efeitos de diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba sobre a população de protozoários ruminais de caprinos, obtendo resultado positivo quanto a segurança desses microrganismos ruminais com a utilização do subproduto. Azevedo *et al.*, (2012), em trabalho com cordeiros da raça Santa Inês em fase de terminação, verificaram a viabilidade da inclusão de até 300g de torta de macaúba por quilo de matéria seca da dieta, sem que fosse alterado o consumo de matéria seca e o desempenho produtivo dos animais. A utilização da torta de macaúba em ensaio de

digestibilidade, mostrou-se eficiente quando oferecida como volumoso para ovinos, obtendo valores semelhantes ao da cana-hidrolisada e superiores ao da cana *in natura* (BRANDÃO, 2013).

De acordo com a presente revisão de literatura, percebe-se que a maior parte dos trabalhos que avaliaram o uso da macaúba na alimentação animal foram realizados em ruminantes. A carência de trabalhos avaliando o uso da polpa de macaúba na alimentação de monogástricos, em especial suínos, evidencia a necessidade de estudos na área.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, A. L.; SILVA FILHO, J. C. da; GODOI, A. R. de; ALMEIDA CARMO, C. de; EDUARDO, J. L. de P. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 258-260, 2008.

AMARAL, DANIEL FURLAN. **Desmistificando o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel- A Visão da Indústria Brasileira de Óleos Vegetais** - Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais - ABIOVE, 21 p., São Paulo, 2009.

AMARAL, F. P. do. *et. al.* Extração e caracterização qualitativa do óleo da polpa e amêndoas de frutos de macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq) Lodd. Ex Mart] coletada na região de Botucatu, SP. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, vol. 26, n.1, p. 12-20, 2011.

ANDRADE, M. H. C. *et. al.* Óleo do fruto da palmeira macaúba – parte I: Uma aplicação potencial para indústrias de alimentos, fármacos e cosméticos. *In*: 3º Seminário Abiquim de Tecnologia, II ENBTEQ Encontro Brasileiro Sobre Tecnologia na Indústria Química e 7º Seminário de Produtores de Olefinas e Aromáticos, I TECNIQ – **Seminário sobre Tecnologia na Indústria Química. Anais Eletrônicos**, 2004. Disponível em: <https://bit.ly/2U1loVF>. Acesso em: 15 /09/2017.

ARISTONE, F.; LEME, F. M. Farinha da polpa de macaúba, guia completo e livro de receitas. 2006. 20f. **Manual didático**, Parte integrante de Projeto de Extensão. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS, Mato Grosso do Sul. 2006.

AZEVEDO, R. A.; RUFINO, L. M. A.; SANTOS, A. C. R.; SILVA, L.P.; BONFÁ, H.C.; DUARTE, E. R.; GERASEEV, L.C. Desempenho de cordeiros alimentados com inclusão de torta de macaúba na dieta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.11, p.1663-1668, 2012.

BARRETO, S. M. P. **Avaliação dos níveis de inclusão da torta de macaúba (*Acrocomia Aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.) na alimentação de caprinos**. 2008. 102p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros/MG, 2008.

BRANDÃO, E. G. **Avaliação da torta de macaúba (*Acrocomia aculeata*) como volumoso para ovinos**. 2013. 39 p. Monografia de graduação – Universidade de Brasília Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília/DF, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 270, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal**. Diário Oficial da União; Poder Executivo. Disponível em: <https://bit.ly/2TZdmfX> Acesso em: 06/11/2017.

CICONINI, G. **Caracterização de frutos e óleo de polpa de macaúba dos biomas Cerrado e Pantanal do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil**. 2012, 128 p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia), Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande/MS, 2012.

COLOMBO, C. A. et. al. Macauba: a promising tropical palm for the production of vegetable oil. **OCL/EDP Sciences**, vol. 25, n. 1. p. 2-9, 2018

COLOMBO, C. A.; AZEVEDO FILHO, J. A.; BERTON, L. H. C. Macaúba: Promessa brasileira de planta oleaginosa para produção de energia renovável sustentável. **O Agrônomo**. v. 64-66. Informações Técnicas 2014.

COSTA JÚNIOR, M. B. da; AROUCA, C. L. C.; MACIEL, M P. *et al.* Torta da polpa da macaúba para suínos em terminação. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, Salvador, v.16, n.2, p.325-336, 2015.

DESSIMONI PINTO, N. A. V. *et. al.*, Características físico-químicas da amêndoa de Macaúba e seu aproveitamento na elaboração de barras de cereais. **Revista Alim. Nutr.**, Araraquara, v.21, n.1, p. 79-86, 2010.

DUTRA JÚNIOR, W. M. *et. al.* Utilização da elódea (*Egeria densa*) na alimentação de suínos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 31, n. 1, p. 39-44, 2009.

EVARISTO, A.B. *et al.* Actual and putative potentials of macauba palm as feedstock for solid biofuel production from residues. **Biomass and Bioenergy**, v.85, p.18–24, 2016.

FAVARO, S. P.; MIRANDA, C. H. B. Aproveitamento de espécies nativas e seus coprodutos no contexto de biorrefinaria, Brasília, DF: **Embrapa Agroenergia**, 38 p.: il. Color. – (Documentos / Embrapa Agroenergia, ISSN 2177- 4439; 14), 2013.

FIALHO, E. T. *et. al.* **Alimentos alternativos para suínos**. Lavras, Editora UFLA, 232 p. 2009.

GERON, L. J. V. *et al.* Caracterização, fracionamento proteico, degradabilidade ruminal e digestibilidade in vitro da matéria seca e proteína bruta do resíduo de cervejaria úmido e fermentado. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.29, n.3, p.291-299, 2007.

GOES, R. H. de T. e B. de; *et. al.* Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta de diferentes subprodutos agroindustriais utilizados na alimentação de bovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 4, p. 715-725, 2008.

GOMES, M. F. M.; *et. al.* **Análise prospectiva do complexo agroindustrial de suínos no Brasil**. Editora EMBRAPA-CNPSA, 108 p. 1992.

HIANE, P. A. *et. al.* Bocaiúva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd., Kernels and Pulp Oils: Characterization and fatty acid composition. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 8, p. 256-259, 2005.

ICPSuíno. Índice de custo de produção de Suínos. **EMBRAPA**, 2019. Disponível em: <https://bit.ly/2GmRs1d> Acessado em 15/04/2019.

LIMA, G. J. M. M. de; ZANOTTO, D. L.; BERTOL, T. M. *et al.* Nutrição aponta caminhos para eficiência e redução de custos. **Capítulo em livro de técnico-científico**. p.137-156, 2011. Disponível em: <https://bit.ly/2VrATaJ>. Acessado em 05/11/2017.

LORENZI, G. M. A. C. *Acrocomia aculeata* (Lodd.) ex Mart. – **Arecaceae: bases para o extrativismo sustentável**. 2006. 172f. Tese. Programa de Pós-graduação em Agronomia – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.

LORENZI, G. M. A. C.; NEGRELLE, R. R. B. *Acrocomia aculeata* (jacq.) Lodd. Ex Mart.: **aspectos ecológicos, usos e potencialidades**. 2006. 12 p. Disponível em: <https://bit.ly/2YURCpa>. Acessado em 06/11/2017.

MENDES FILHO, J. L. *et. al.* Frutos da macaubeira - uma alternativa para a alimentação animal. **Cadernos de Agroecologia**, vol. 6, n. 2, 2011.

MENEZES de SA, H. C. **Subprodutos do processamento industrial do babaçu para ovinos**. 2011, 132p. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal) - Escola de veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, 2011.

MIRANDA, I.P.A. *et. al.* **Frutos de Palmeiras da Amazônia**. Editora MCT INPA, p. 7-10, 2001.

MONTOYA, S. G. **Caracterização do desenvolvimento do fruto da palmeira macaúba**. 2013, 62 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 2013.

- MOREIRA, J. M. M. A. P.; SOUSA, T. C. R. de. Macaúba: oportunidades e desafios. **Embrapa Cerrados**, Planaltina, DF, 2010. Disponível em: <https://bit.ly/2FymmVg>. Acesso em: 06/11/2017.
- MOTA, C. S. Exploração sustentável da macaúba para produção de biodiesel: colheita, pós-colheita e qualidade dos frutos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 32, n. 265, p. 41-51, 2011.
- MOTTA, P. E. F.; *et. al.* Ocorrência da macaúba em Minas Gerais: Relação com atributos climáticos, pedológicos e vegetacionais. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n. 7, p. 1023-1031, 2002.
- MOURA, E.F. **Embriogênese somática em macaúba: indução de regeneração e caracterização anatômica**. 2007. 66p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- PEREIRA, J.H.B. **Valor Nutritivo de Subprodutos da Macaúba (*Acrocomia aculeata*) para Suínos em Crescimento**. 2013. 72 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais) - Universidade de Brasília - Faculdade de Agronomia e Veterinária, Brasília, 2013.
- RAMOS, G. de L. **Palmáceas alternativas para incremento da produção de biodiesel**. 2010. 145f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, DF, 2010.
- RAMOS, M. I. L. *et. al.* Qualidade nutricional da polpa de bocaiúva *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, 28: p. 90-94. 2008.
- REVELLO, C. Z. P. **Avaliação do valor nutricional de resíduos do processamento da macaúba (*Acrocomia aculeata*) e de seus produtos de bioconversão**. 2014. 81p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, MS, 2014.
- ROHLOFF JUNIOR, NILTON. **Coproduto seco de destilaria com solúveis de milho na alimentação de coelhos**. 2015. 38 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2015.
- RUBIO NETO, AURÉLIO. **Superação da dormência em sementes de macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) *Loodiges ex Mart.*]**. 2010. 53 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Goiás, Jataí/GO, 2010.
- RUFINO, L.M.A.; BARRETO, S.M.P.; DUARTE, E.R. *et al.* Efeitos da inclusão de torta de macaúba sobre a população de protozoários ruminais de caprinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 899-903, 2011.

SALMAN, A. K. D. *et. al.* Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos. 2010. 26f. **Editora EMBRAPA**. Documento 136. Porto Velho, RO. 2010.

SCAPINELLO, C., FURLAN, A. C., MOREIRA, I., MURAKAMI, A. E., & OLIVEIRA, P. B. Desempenho de coelhos em crescimento alimentados com diferentes níveis de levedura de recuperação (*Saccharomyces sp.*), seca por rolo rotativo ou por *Spray-Dry*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p. 334-342, 1999.

SCHNEIDER, R. de C. de S. *et. al.* Obtenção e caracterização de compósitos de termoplásticos e resíduos da produção de óleo de girassol. 17º CBECIMat - **Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais**. Anais, Foz do Iguaçu/PR, 2006. IPEN. On-line.

SILVA, I. C.C. **Uso de processos combinados para aumento do rendimento da extração e da qualidade do óleo de macaúba**. 2009. 99 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Biológicos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ, Rio de Janeiro/RJ, 2009.

SILVA, N. D. *et. al.* **Avaliação da produção agrícola da macaúba**. 2008. Artigo Científico – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. Disponível em: <https://bit.ly/2Ke15Vn>
Acessado em: 17/01/2019.

SOBREIRA, H. F. **Resíduo do coco da macaúba em substituição parcial ao milho e farelo de soja em ração para vacas mestiças lactantes**. 2011. 38 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 2011.

VILELA, D. Utilização de subprodutos da agroindústria na alimentação animal. Circular técnica – **MAARA/EMBRAPA**, n.35, p.12, Coronel Pacheco, MG, 1994.

CETEC - Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. Programa Energia. **Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais**. Relatório final. Belo Horizonte, 2v, 1983.

ARISTONE, F.; LEME, F. M. **Farinha da polpa de macaúba, guia completo e livro de receitas**. 2006. 20f. Manual didático, Parte integrante de Projeto de Extensão. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS, Mato Grosso do Sul. 2006.

PASCOA L, L. A. F.; WATANABE, P. H. **Fibra dietética na nutrição de suínos**. In: SAKOMURA, N. K. *et al.* Nutrição de Não Ruminantes. ed. Jaboticaba I: FUNEP. cap. 4, p. 357-374, 2014.

4 ARTIGO

FARELO DA POLPA DE MACAÚBA (*Acrocomia aculeata*) EM DIETAS PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO

Introdução

A Macaúba (*Acrocomia aculeata*), também conhecida como palmeira macaúba, é uma oleaginosa nativa da América tropical encontrada em boa parte do Brasil, com maior incidência no estado de Minas Gerais. Seu fruto é composto por quatro partes distintas: a casca externa (epicarpo), a polpa (mesocarpo), a casca interna (tegumento ou endocarpo) e a amêndoa (VEREDIANO, 2012). Nos últimos anos, atenção especial tem sido voltada para o uso da macaúba como matéria-prima para a produção de biodiesel, devido ao alto teor de óleo na polpa e na amêndoa (50 e 65% em média, respectivamente; EVARISTO *et al.*, 2016) e pela predominância de ácidos graxos insaturados ($\pm 73\%$), especialmente ácido oleico ($\pm 52\%$; COIMBRA E JORGE, 2011).

Devido ao fato de apresentar bons valores nutritivos agregados a uma boa palatabilidade, a polpa de macaúba pode ser utilizada na alimentação animal. Pereira (2013), relatou que, até o nível de 10% de inclusão em substituição ao milho, a polpa da macaúba pode ser utilizada em dietas de suínos com 30kg de peso vivo, sem afetar a digestibilidade de nutrientes. Em estudos com cordeiros, Fonseca *et al.* (2012), demonstraram que a polpa de macaúba pode ser usada em substituição de até 30% do milho sem afetar a espessura de toucinho, peso final e peso de abate dos animais.

No entanto, pouco se sabe sobre os efeitos da polpa de macaúba sobre o desempenho produtivo de suínos e seus potenciais níveis de inclusão nas dietas de crescimento e terminação. O presente estudo teve como objetivo avaliar a inclusão de três níveis (5%, 10%, 15%) desse subproduto em dietas de suínos em fase de crescimento. E assim ver a viabilidade do uso para estes animais, contribuindo para o aproveitamento e destino final deste resíduo.

Material e Métodos

Os procedimentos experimentais foram revisados e aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP (FCAV/UNESP; protocolo nº 000878/2019).

Animais e Alojamento

O experimento foi realizado no Laboratório de Suinocultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP (FCAV/UNESP). Foram utilizados 64 machos castrados (genética Topigs-Norsvin) com peso médio inicial de $30,2 \pm 1,5$ kg. Os animais foram alojados aos pares em baias coletivas (1,96 x 2,35m) com piso vazado e suspenso, sendo a unidade experimental representada pela baia. Foram utilizadas 32 baias, cada uma equipada com dois comedouros individuais e um bebedouro do tipo chupeta. A temperatura e umidade relativa do ar do galpão experimental foram semelhantes à do ambiente externo, sendo medidas através de datalogger durante todo o período experimental.

Delineamento experimental

Os suínos permaneceram no experimento por um período de 42 dias, subdividido em um período de adaptação de 7 dias e um período experimental de 35 dias. O delineamento experimental para disposição dos tratamentos foi o inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 8 repetições por tratamento. Os tratamentos consistiram em uma dieta controle, sem inclusão de polpa de macaúba, e três dietas experimentais com inclusão de 5%, 10%, 15% de polpa de macaúba, sendo as dietas denominadas, respectivamente, T1, T2, T3, T4. Ração e água foram fornecidas *ad libitum* durante todo experimental. Durante o período de adaptação, todos os animais receberam a mesma dieta T1.

Dietas experimentais

Para formulação das dietas experimentais, foram realizadas análises de energia bruta (EB), proteína bruta (PB), matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), extrato não nitrogenado (ENN), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e matéria fibrosa (MF) da polpa de macaúba conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Composição bromatológica da polpa de Macaúba

Nutrientes	Resultados (%)
Matéria seca	97,13
Matéria mineral	5,02
Proteína bruta	5,86
Matéria fibrosa	43,39
Extrato etéreo	24,23
Extrato não nitrogenado	18,63
Fibra em detergente neutro	54,69
Fibra em detergente ácido	39,35
Energia bruta	6357 kcal/g

Com base nos resultados, as dietas foram formuladas com níveis similares de energia metabolizável, proteína bruta e lisina digestível como observado na Tabela 4, de acordo com as exigências nutricionais propostas por Rostagno et al., (2017).

Tabela 4 – Composição e valor nutricional das dietas experimentais¹

Ingredientes	Inclusão de Polpa de Macaúba (%)			
	0	5%	10%	15%
Milho	65,67	59,50	53,21	46,94
Macaúba	0,00	5,00	10,00	15,00
Óleo de soja	0,35	1,25	2,15	2,95
Farelo de soja	30,27	30,53	30,93	31,40
Calcário calcítico	0,61	0,57	0,53	0,49
Fosfato bicálcico	1,40	1,40	1,40	1,40
Cloreto de sódio	0,50	0,50	0,50	0,50
L-Lisina-HCl	0,11	0,12	0,13	0,14
DL-Metionina	0,03	0,04	0,06	0,08
L-Treonina	0,00	0,02	0,03	0,04
L-Triptofano	0,00	0,00	0,00	0,00
Premix mineral/vitamínico ²	1,00	1,00	1,00	1,00
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01
Cloreto de colina	0,05	0,05	0,05	0,05
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional calculada³				
Energia metabolizável (kcal/kg)	3200	3200	3200	3200
Proteína bruta (%)	19,0	19,0	19,0	19,0
Lisina digestível (%)	0,97	0,97	0,97	0,97
Met.+ Cist. digestível (%)	0,57	0,57	0,57	0,57
Treonina digestível (%)	0,63	0,63	0,63	0,63
Sódio (%)	0,21	0,21	0,21	0,21
Cálcio (%)	0,66	0,66	0,66	0,66
Fósforo disponível (%)	0,35	0,35	0,35	0,35
Valores analisados da ração				
Energia bruta (kcal/kg)	3815	3952	4061	4220
Proteína bruta (%)	16,80	16,39	16,33	15,86
Fibra bruta (%)	3,44	5,28	7,85	9,01
Matéria seca (%)	87,14	89,63	90,09	89,88
Matéria mineral (%)	6,41	7,25	7,06	6,97

¹ As dietas foram: controle, 5%, 10% e 15% de inclusão de polpa de macaúba

² Suplemento mineral vitamínico (g/kg): Vit. A (320000 UI/kg); D3 (120000 UI/kg); E (800 UI/kg); K3 (0,30g/kg); B1 (0,12g/kg); B2 (0,19g/kg); Vit. B12 (0,01g/kg); Cálcio (26,83 g/kg); Sódio (148,20 g/kg); Zinco (6,70g/kg); Cobre (3,12g/kg); Ferro (3,05g/kg); Manganês (5,40g/kg); Selênio (0,02g/kg); Iodo (0,19g/kg); Banox (0,23g/kg); Pantotenato Ca (0,82g/kg); Biotina (0,01g/kg); Niacina (2,35g/kg); Bacitracina (6,00g/kg); Metionina (40,00g/kg)

³Valores calculados utilizando o software EvaPig (versão 1.3.1.4; INRA, Saint-Gilles, França)

Amostras de todas as dietas foram coletadas para realização de análises laboratoriais no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) da FCAV/Unesp – Jaboticabal. Foram realizadas

análises de proteína bruta (PB), energia bruta (EB), fibra bruta (FB), matéria seca (MS) e matéria mineral (MM), segundo procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002)

Desempenho e Composição corporal

Os animais foram pesados no início do experimento (dia 0) e semanalmente até o final do experimento (dias 7, 14, 21, 28 e 35). Nos dias 0 e 35, um animal de cada baia (8 animais de cada tratamento) foi submetido a análise de densitometria óssea e composição corporal por meio do aparelho DXA (Hologic Discovery Instrument, Hologic Inc., Bedford, MA). Para realização deste procedimento, os suínos foram anestesiados com injeção intramuscular de Acepromazina (0,01 mg/kg; Apromazim 1%, Syntec, Cotia, SP, Brasil) e, após 10 minutos, com um dose conjugada de Xilazina (1,5 mg/kg; Anasedan injetável, Ceva Saúde Animal, Paulínia, SP, Brasil) e Cetamina (1,5 mg/kg; Syntec, Cotia, SP, Brasil).

Após realização da densitometria, os animais foram colocados na posição de decúbito ventral, obtendo uma imagem de ultrassonografia para avaliação da espessura de gordura e profundidade de lombo pelo uso do equipamento de ultrassom ALOKA (série 500v com uma sonda linear de 3,5 - MHzZ, 13,5 cm; Aloka Ultrasound Company, Wallingford, CT). As medidas foram realizadas no limite das vértebras torácicas e lombares (ponto P2), a seis centímetros da linha média (ABCS, 1973).

Análise estatística

Para avaliar o efeito das dietas, a baia foi considerada uma unidade experimental, as variáveis de desempenho e composição corporal foram analisados pelo procedimento GLM do SAS incluindo os efeitos fixos da dieta e do peso inicial como covariável. Foi aplicado o teste de Tukey, considerados efeitos significativos para $P < 0,05$.

Resultados

Animais e Condições climáticas

Não houve rejeição dos animais às dietas com inclusão da polpa de macaúba, que apresentaram cheiro e cor característicos à medida que foi aumentada a inclusão do ingrediente. Um animal do tratamento T3 morreu no último dia do experimento, após passar pelos procedimentos de pesagem, densitometria óssea e ultrassonografia. Foi observado que os animais alimentados com a dieta controle, sem inclusão de macaúba, apresentaram maior incidência de diarreia. A temperatura média durante o experimento foi de $23,8 \pm 5^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa média de $63,6 \pm 19\%$.

Desempenho

Os efeitos da inclusão da polpa de macaúba na dieta de suínos sobre o desempenho dos animais são apresentados na Tabela 6. O peso inicial não diferiu entre os tratamentos ($P>0,05$). Verificou-se menor consumo de ração diário nos animais alimentados com 15% de polpa de macaúba, quando comparado aos alimentados com 0 e 5% (1966 vs. 2097g/d; $P<0,01$). A inclusão da polpa de macaúba não afetou ($P>0,05$) o ganho de peso diário (975 g/d) e a conversão alimentar (2,10 g/g) dos animais. Não foi verificado efeito ($P>0,05$) dos níveis da polpa de macaúba sobre o peso corporal final dos suínos.

Composição Corporal

Os efeitos da inclusão da polpa de macaúba na dieta de suínos sobre a composição de carcaça dos animais são apresentados na Tabela 7. No início do período experimental (dia 0) os animais tiveram valores similares de massa magra (23,8 kg), massa gorda (4,6 kg), teor mineral corporal (0,57 kg), massa total (29,1 kg), espessura de toucinho (9,7 mm) e profundidade de lombo (27,1 mm). Ao final do experimento, os tratamentos não influenciaram o conteúdo de massa magra (49,1 kg), massa gorda (9,5 kg), teor mineral ósseo (1,1 kg), massa total (59,8 kg) e profundidade de lombo (42,27mm). No entanto, suínos alimentados com inclusão de 15% de polpa de macaúba apresentaram maior espessura de toucinho que os alimentados com 0% de inclusão (14,9 vs. 13,4 mm; $P=0,04$). A inclusão da

polpa da macaúba não afetou ($P>0,05$) o ganho de massa magra e gorda dos animais (721 e 139 g/d, respectivamente).

Discussão

Animais e Condições climáticas

Os resultados associados a boa aceitação da ração com inclusão da polpa de macaúba e também a menor propensão a diarreia por parte dos animais, podem estar relacionados ao fato do óleo presente na polpa da macaúba ser rico em ácido láurico, que tem ação benéfica sobre o sistema imunológico e antimicrobiano. Também ao fato da maior concentração de óleo presente nas dietas que, ocasiona uma redução na taxa de passagem.

O fator fibra pode estar correlacionado aos resultados mencionados anteriormente, visto que a fibra presente na polpa de macaúba, ao ser fornecida a suínos promove uma maior motilidade gástrica o que contribui para um intestino mais saudável. Ajudando também a suprimir diarreias devido à alta capacidade de absorção de água no lúmen intestinal, causada por distúrbios osmóticos.

A temperatura do galpão foi medida durante todo o experimento, mas não controlada. Desta forma, observou-se dias de temperaturas médias agradáveis para o bem-estar dos animais, e em outros dias nem tanto, sendo visível o desconforto pelos efeitos do calor.

Dietas experimentais

O custo diário das dietas experimentais foi calculado com base na média de consumo diário dos mesmos por tratamento, conforme a Tabela 5.

Tabela 5 - Valor gasto com alimentação por dia

	Inclusões (%)			
	0	5	10	15
CMD (kg/d)	2,098	2,097	2,011	1,966
Valor kg/ração	1,34	1,35	1,37	1,38
Custo ração (kg/d)	2,81	2,83	2,76	2,71

O custo diário gasto com ração dos animais diminuiu a medida em que as inclusões de polpa de macaúba aumentaram na dieta, logo mesmo não havendo efeito significativo ($P>0,05$) para o ganho de peso e conversão alimentar dos animais, dados relevantes do estudo,

o desempenho foi mantido incluindo o subproduto a dieta, desta forma optasse pela ração de menor valor, sendo esta a com inclusão de 15% de polpa de macaúba.

Considerando o custo do quilo de ração de R\$2,81 e um consumo de ração por tratamento de 32,5 kg/d durante os 42 dias de experimento, e que a inclusão da macaúba não afetou o desempenho dos animais, a inclusão de 15% de macaúba poderia resultar na diminuição de R\$136,50 no custo de produção. Levando-se em conta que a macaúba não teve custo, visto que se trata de um subproduto da produção do biodiesel, que teria destino muitas vezes inapropriado, torna-se interessante o uso da polpa visto que contribui ecologicamente com o meio ambiente.

Desempenho

A diminuição no consumo alimentar observada nos animais alimentados com dieta contendo 15% de polpa de macaúba pode estar associada ao alto teor (43%) de fibra da polpa de macaúba. Conforme Silva *et al.* (2002), uma maior quantidade de fibra na dieta de suínos aumenta o tempo de retenção da digesta, aumentando a saciedade por um maior intervalo de tempo, deste modo o consumo diário é afetado. Apesar da diminuição no consumo alimentar, não foi observado diferença para o ganho de peso dos animais. No estudo, o ganho de peso médio foi de 975 g/d. Este valor foi superior ao apresentado no manual da linhagem (927 g/d) confirmando a viabilidade do uso da polpa de macaúba em dietas para suínos em crescimento. Costa Júnior *et al.* (2015), reportaram ganho médio diário de 1094 g/d em suínos em terminação alimentados com diferentes níveis de inclusão de polpa de macaúba na dieta. O desempenho destes animais também foi superior ao apresentado pelo manual da genética corroborando com o potencial uso da polpa de macaúba na alimentação de suínos.

Parte dos resultados ligados a redução do consumo alimentar, podem ser explicados pela maior inclusão de óleo, que possui menor incremento calórico e favorece a transformação da energia metabolizável (EM) em energia líquida (EL) e ao fato das dietas terem sido formuladas para nível de EM igual, que pode ter atenuado o efeito da inclusão de fibra. Donzele *et al.*, (1998), relatam que os lipídeos causam um efeito inibitório no esvaziamento do trato digestório, permitindo assim maior tempo para a absorção dos nutrientes. Além disso, pode ser considerado como palatabilizante para suínos e é capaz de aumentar a digestibilidade de alguns aminoácidos, devido ao estímulo na secreção de suco pancreático (PUPA, 2004; ALMEIDA *et al.*, 2007).

Por outro lado, a redução do consumo pode estar associada à capacidade que o suíno tem de fermentar compostos fibrosos no intestino grosso e disponibilizar ácidos graxos voláteis para o organismo animal, o que pode contribuir para o atendimento dos requerimentos energéticos. Segundo Varel *et al.* (1984), é importante ressaltar que cerca de 5 a 30% do requerimento de energia de manutenção, pode ser suprido pela utilização dos ácidos graxos voláteis de cadeia curta, resultantes da fermentação da fibra dietética no intestino grosso.

Quadros *et al.* (2008), também não observaram efeito significativo para níveis de inclusão de casca de soja, quando fornecida a suínos machos castrados e fêmeas em terminação em relação ao desempenho. Os dados descritos nestes trabalhos se assemelham com o do presente estudo em relação à ausência de impacto negativo do aumento do teor de fibra na ração sobre o desempenho dos animais. A digestão dos componentes da parede celular que compõe a fibra é limitada em animais monogástricos, uma vez que os mesmos não produzem enzimas capazes de digerir esses compostos, os mesmos são fermentados por microrganismos que colonizam o intestino grosso. A lignina é um dos principais responsáveis pela grande variação da digestibilidade da fibra, visto que está, não é, aparentemente, degradada pelos suínos, assim faz com que a digestibilidade dos polissacarídeos não amiláceos seja diminuída, principalmente devido às ligações covalentes mantidas com a celulose e hemicelulose, além de não ser digerida por microrganismos presentes no intestino dos suínos (JOHNSTON *et al.*, 2003).

Esse fato faz com que a fibra se torne um limitante no processo digestório desses alimentos, em animais que não são herbívoros, e, no entanto, não possuem ou possuem uma digestão mínima deste nutriente. Segundo Rohloff (2015), o fator fibra é muito importante quando se trata de animais não ruminantes, tendo em vista que estes possuem uma capacidade limitada de digestão de polissacarídeos não-amiláceos (PNA's) solúvel e insolúvel. Portanto, quanto maior o teor de fibra presente nos alimentos, maior a dificuldade de utilização o que afeta negativamente o desempenho dos animais. Isso ocorre porque a fibra em alta concentração diminui a energia metabolizável das rações e o aproveitamento dos nutrientes e, consequentemente, acarreta redução na taxa de crescimento e piora na eficiência alimentar (FURLAN *et al.*, 2001).

Poucos são os trabalhos encontrados na literatura com o uso de polpa de macaúba em dietas para suínos. No entanto, existe uma maior gama de estudos que tratam da inclusão de fibra. Costa Júnior *et al.* (2015) demonstraram que o peso final, assim como o ganho de peso diário de suínos híbridos de sexo distintos (F1 de machos Topigs X Fêmeas DB) com $70,81 \pm 2,01$ kg de peso vivo em fase de terminação, não foram alterados com inclusões crescentes (0, 5%, 10%, 15% e 20%) de polpa de macaúba. Resultados que corroboram com os encontrados no presente trabalho. Pereira (2013) em estudo com suínos em crescimento, avaliou o valor nutritivo da torta da polpa de macaúba para duas inclusões, 10% e 20%, e obteve resultados significativos, demonstrando que os níveis de inclusão interferiram na digestibilidade da MS (79,1% e 72%), PB (77,9% e 71,2%), FDN (64,3% e 55,7%) respectivamente da dieta, evidenciando que o subproduto pode ser utilizado na alimentação desses animais, porém a porcentagem de inclusão deve ser considerada.

Os suínos utilizam a fração fibrosa dos alimentos diferentemente dos ruminantes, porém a inclusão de fibra nas dietas, contida em alimentos alternativos é interessante, devido à possível disponibilização de ácidos graxos voláteis de cadeia curta, provenientes da fermentação no intestino destes animais. Outro ponto que pode ser citado a partir da inclusão de teores maiores de fibra em dietas para animais monogástricos, que possuem fermentação no intestino grosso, é que o aumento deste composto na dieta dos animais pode diminuir a taxa de passagem e fazer com que a ração fique por um maior tempo presente no trato digestório dos animais. Com isso pode se aumentar a digestibilidade da dieta o que proporciona uma maior disponibilidade de nutrientes para o organismo atender suas exigências de produção para ganho, todavia devemos ressaltar que nem toda a fibra possui o mesmo processo de fermentação.

Composição Corporal

A deposição de massa magra observada nos suínos deste trabalho não foi alterada conforme a inclusão da polpa de macaúba às dietas. Diferente do observado, Costa Júnior *et al.* (2015), reportaram aumento na deposição de massa magra em suínos recebendo dietas contendo 15% de inclusão de polpa de macaúba quando comparado ao grupo controle. Ainda segundo os mesmos autores, foram realizadas medidas nos pontos P1 (7cm da linha dorso-lombar e 7cm da última costela na direção caudal) e P2 (7 cm da linha dorso-lombar e a 7 cm da última costela na direção cranial), observando efeito quadrático para taxa de deposição de

carne magra diária em função do aumento dos níveis da polpa até o nível de 10,3%. Para a indústria de comercialização de suínos, a deposição de massa magra é um fator de grande importância, principalmente quando destinada às carcaças à exportação, devido aos aspectos de bonificação e agregação de valor ao produto cárneo.

Os resultados significativos para a maior espessura de toucinho encontrados no presente estudo (15% de polpa de macaúba) divergem de estudos relacionados, que em sua maioria trabalham em busca das características desejadas pela indústria suinícola, ou seja, animais com maior deposição de carne magra. Musharaf & Latshaw (1999) relatam que em dietas isoenergéticas, as maiores quantidades de fibra bruta e proteína proporcionam a diminuição da energia líquida. No entanto, o aumento de óleo na dieta com o aumento das inclusões de polpa de macaúba, usado para compensar as quedas nos níveis de energia metabolizável da ração, apresenta o efeito contrário, aumentando assim os níveis de energia líquida da dieta, que pode ter sido estocada no tecido adiposo. Fato explicado, devido a predição da energia líquida levar em consideração as perdas de energia sob a forma de incremento calórico, o que não acontece quando considerada a energia metabolizável da dieta.

Desta forma, é possível inferir que dietas com mesma quantidade de energia metabolizável, com diferentes níveis de proteína, fibra e gordura poderiam influenciar a deposição de gordura no animal. Baseado nisso, podemos associar que apesar da diminuição do consumo de ração, houve diferença na composição corporal dos animais deste estudo, que apresentaram maior espessura de toucinho.

Conclusão

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que a inclusão da polpa de macaúba, em até 15% na dieta de suínos em crescimento, pode ocasionar em menor consumo de ração diário, porém é uma alternativa viável, visto que não afeta o ganho de peso e a conversão alimentar dos animais. No entanto, sua inclusão pode resultar em maior espessura de toucinho. Torna-se uma opção rentável, visto que pode colaborar com a diminuição nos custos de produção da atividade.

Referências Bibliográficas

- ABCS, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE SUÍNOS, 1973. Método Brasileiro de Classificação de Carcaças, **Publicação técnica**, n.2, Estrela, Rio Grande do Sul.
- ALMEIDA, E.C.; FIALHO, E.T.; CANTARELLI, V.S.; ZANGERONIMO, M.G.; PEREIRA R.A.N.; RODRIGUES, P.B. Digestibilidade ileal e perdas endógenas de aminoácidos de dietas com óleo de soja para suínos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, supl., p.1045-1051, 2007.
- COIMBRA, M.C., JORGE, N. Characterization of the pulp and kernel oils from *Syagrus oleracea*, *Syagrus romanzoffiana*, and *Acrocomia aculeata*. **Journal of Food Science**, v. 76, ed.8, p.1156–1161, 2011.
- COSTA JÚNIOR, M.B. da. *et al.* Torta da polpa da macaúba para suínos em terminação. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, Salvador, v.16, n.2, p.325-336, 2015.
- DONZELE, J.L. *et al.* Digestibilidade e metabolizabilidade da energia de rações com diferentes níveis de óleo de soja para suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.5, p.922-927, 1998.
- EVARISTO, A.B. *et al.* Actual and putative potentials of macauba palm as feedstock for solid biofuel production from residues. **Biomass and Bioenergy**, v.85, p.18–24, 2016.
- FONSECA, M. P. *et al.* Use of macaúba cake replacing corn on carcass characteristics and body measurements of Santa Inês lambs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p. 1231-1235, 2012.
- FURLAN, A. C., MANTOVANI, C., MURAKAMI, A. E., MOREIRA, I., SCAPINELLO, C., & MARTINS, E. N. Utilização do farelo de girassol na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p. 158-164, 2001.
- JOHNSTON, L.J. *et al.* Feeding by-products high in concentration of fiber to non-ruminants. In: **Third national symposium on alternative feeds for livestock and poultry held in kansas city**. Proceedings... Kansas city: p. 1-26, 2003.
- MUSHARAF, N.A.; LATSHAW, J.D. Heat increment as affected by protein and amino acid nutrition. **World's Poultry Science Journal**, London, v.55, p.233-240, 1999.

PEREIRA, J.H.B. **Valor Nutritivo de Subprodutos da Macaúba (*Acrocomia aculeata*) para Suínos em Crescimento**. 2013. 72 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais) - Universidade de Brasília - Faculdade de Agronomia e Veterinária, Brasília, 2013.

PUPA, J.M.R. Óleos e gorduras na alimentação de aves e suínos. **Nutritime**, v.1, n.1, p.69-73, 2004.

QUADROS, A.R.B *et al.* Inclusão de diferentes níveis de casca de soja moída em dietas isoenergéticas para suínos em crescimento e terminação. **Ciência Rural**, v.38, n.2, p.463-469, 2008.

ROHLOFF JUNIOR, NILTON. **Coproducto seco de destilaria com solúveis de milho na alimentação de coelhos**. 2015. 38 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2015.

ROSTAGNO, H.S. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4^a.ed. Viçosa: UFV. 2017.

SILVA, C.A. *et al.* Farelo de girassol na alimentação de suínos em crescimento e terminação: Digestibilidade, desempenho e efeitos na qualidade da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.982-990, 2002.

SILVA, D. J. & QUEIROZ, A. C de. **Análise de alimentos: Métodos Químicos e Biológicos**. Editora UFV, 3^a ed. 119 p. 2002.

VAREL. V. H. *et al.* Influence of dietary fiber on the performance and cellulase activity of growing-finishing swine. **Journal of Animal Science**, vol. 59, n. 2, p. 388-393, 1984.

VEREDIANO, F.C. **Aproveitamento da torta residual da extração do óleo da Polpa de Macaúba para fins alimentícios**. 2012. 114 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

ZHANG, G. J. Yi, X. W.; CHU, L.C. *et al.* Effects of dietary net energy density and standardized ileal digestible lysine: Net energy ratio on the performance and carcass characteristic of growing-finishing pigs fed low crude protein supplemented with crystalline amino acids diets. **Agricultural Sciences in China**, v. 10, p. 602–610, 2011.

Tabela 6 – Efeito dos níveis dietéticos de Macaúba (*Acrocomia aculeata*) sobre o desempenho de suínos em crescimento¹

	Inclusão de polpa de Macaúba na dieta (g/kg)				RMSE ²	Efeito da dieta (<i>P</i> -valor)
	0	50	100	150		
Peso inicial, kg	30,0	30,4	30,5	30,1	1,51	0,26
Peso final, kg	65,5	64,4	64,3	63,2	3,27	0,48
Consumo de ração diário, g/d	2098 ^a	2097 ^a	2011 ^{ab}	1966 ^b	0,22	<0,01
Ganho de peso diário, g/d	1016	972	965	948	0,10	0,38
Conversão alimentar, g/g	2,08	2,16	2,09	2,08	0,81	0,73

¹ Os animais receberam uma dieta formulada com 0, 50, 100 ou 150 g / kg de polpa de macaúba (*Acrocomia aculeata*).

² Root Mean Squared Error.

³ Os dados foram analisados usando um modelo GLM incluindo os efeitos fixos da dieta. a b na mesma linha, médias com diferentes letras são afetadas pela dieta ($P < 0,05$).

Tabela 7 – Efeito dos níveis dietéticos de macaúba (*Acrocomia aculeata*) sobre a composição corporal de suínos em crescimento¹

	Inclusão de polpa de Macaúba na dieta (g/kg)				Efeito da dieta	
	0	50	100	150	RMSE ²	(<i>P-value</i>) ³
Condição Inicial						
Massa Magra, kg	23,8	23,8	23,9	23,8	0,4	0,92
Massa Gorda, kg	4,6	4,6	4,6	4,8	0,3	0,46
Teor Mineral Corporal, kg	0,56	0,58	0,58	0,56	0,03	0,43
Massa Total	29,0	29,0	29,1	29,2	0,3	0,74
Espessura de Toucinho, mm	10,0	9,2	9,6	9,9	1,15	0,55
Profundidade de lombo, mm	27,9	25,7	28,6	26,1	4,7	0,57
Condição Final						
Massa Magra, kg	49,5	48,6	49,3	48,9	1,3	0,56
Massa Gorda, kg	9,3	9,4	9,3	10,0	1,0	0,41
Teor Mineral Corporal, kg	1,14	1,16	1,14	1,12	0,06	0,72
Massa Total	59,9	59,2	59,8	60,1	0,8	0,16
Espessura de Toucinho, mm	13,4 ^a	12,5 ^{ab}	12,5 ^{ab}	14,9 ^b	1,8	0,04
Profundidade de lombo, mm	44,0	40,4	43,5	41,2	4,9	0,41
Ganho de tecido corporal						
Ganho de massa magra, g/d	742	721	723	699	49	0,42
Ganho de massa gorda, g/d	136	143	135	142	34	0,94

¹ Os animais receberam uma dieta formulada com 0, 5, 10 e 15% de polpa de macaúba (*Acrocomia aculeata*).

² Root Mean Squared Error.

³ Os dados foram analisados usando um modelo GLM incluindo os efeitos fixos da dieta. a b na mesma linha, médias com diferentes letras são afetadas pela dieta ($P < 0,05$).

O peso inicial como covariável foi significativo para todas as variáveis; ($P < 0,05$).